

Original

Establishing Web Accessibility for People with Color Vision Deficiencies and Improving Acceptance among People with Normal Vision

Kimihiro Y_{AMANA}KA¹, Nobuyuki N_{ISHIUCHI}¹, Shunsuke K_{USAKA}² and Kunie B_{EPPU}¹

Abstract

It is necessary to make information on web pages accessible to everyone. However, there are currently many web pages on the Internet that cannot be read easily due to poor combinations of character colors and background color. Many web pages also exist that have color arrangements that do not consider people with color vision defects. Thus, many web pages cannot be read easily or at all by people with color vision defects.

In this study, we varied the brightness and hue of the character color and background color of a web page to determine which color scheme ensures the best web accessibility for people with color vision deficiencies. We conducted two further experiments with the goal of improving acceptance and satisfaction among people with normal color vision. Although subjects gave subjective evaluations in all experiments, the design of the acceptance experiments was based on the paired comparison method of sensory evaluation, allowing these subjective judgments to be objectively evaluated using a probability scale. The results showed that difference in brightness between text color and background color had the greatest effect on legibility. It was also found that acceptance was improved when the text color was set to a hue with high subjective brightness while the background used a hue with low subjective brightness.

Key words : web page, accessibility, design for arrangement of color

¹ Tokyo Metropolitan University

² Freescale Semiconductor Japan

Received: October 31, 2007

Accepted: January 23, 2009

色覚異常者のための WEB アクセシビリティの確保と健常者の嗜好性

山中仁寛 *1, 西内信之 *1, 日下俊介 *2, 別府邦江 *1

現在, すべての人々が WEB ページの情報にアクセスできるように, WEB アクセシビリティを確保する必要性が高まっている. しかしながら, インターネット上には前景色(文字色)とその背景色の組合せが悪いため, 文字の可読性が確保されていない WEB ページが数多く存在する. また, 色覚異常者を考慮した配色がなされていない WEB ページもある. その結果, 色覚異常者にとっては, WEB ページの情報をうまく取得できない可能性が生じてしまう.

本研究では色覚異常者の WEB アクセシビリティと健常者の嗜好満足度を確保した WEB ページを構築することを目指し, 2種類の実験を実施した. いずれの実験においても, 被験者の評価は主観的な判断であるが, 嗜好性を評価する実験においては, 官能検査法の一つである一対比較法に従った実験パラダイムを用いることにより, 被験者の主観的な判断を確率基準で客観的な評価を行った. その結果, 文字色と背景色の明度差が最も可読性に影響を与えることを示した. また, 体感明度が高い色相を文字色に, 低い色相を背景色に設定した場合に嗜好性が向上することも示した.

キーワード: ウェブページ, アクセシビリティ, 配色計画

1. 緒言

近年, 世界のインターネット利用率が上昇し, そのブラウジング環境も多種多様となっている. 日本におけるインターネット人口は, 7361 万 9 千人(2006 年 3 月)となり, 世帯浸透率は 8 割を越えており, その中には, 色覚異常者, インターネット初心者といったユーザーも含まれている[1]. また, 2015 年には人口の 25%以上が 65 歳以上になると言われているように[2], 高齢化の現状に伴い高齢者ユーザーも確実に増加している. よって, 多くのユーザーを想定した WEB サイトを構築する必要がある. 現在, 誰もが閲覧できる WEB サイトを構築するための標準規格が策定されており[3][4], 従来の WEB サイトの構成が見直されてきている[5].

誰もが利用できる WEB サイトを構築するための指標とし

て, WEB アクセシビリティが挙げられる. WEB アクセシビリティとは, ユーザーやそのブラウジング環境が異なる場合でも同等の情報が得られるか否かの指標である[6]. 一方, WEB サイトの使いやすさの指標として WEB ユーザビリティがあり, それは, ユーザーが目的を効率よく達成できるための WEB コンテンツの使いやすさ, 分かりやすさの指標である[7]. つまり, ユーザーにとってよい WEB サイトとは, アクセシビリティとユーザビリティをあわせもった WEB サイトであると言える. さらに, これら可読性, 操作性のみを確保した WEB ではなく, 好感度のような主観的な満足感, つまり嗜好性の高いものが理想の WEB サイトであると考えられる.

現在, アクセシビリティとユーザビリティに配慮した WEB サイトを構築するための項目を集約した標準規格が策定されている. 国際的に代表的なものとして, 米国の非営利団体 W3C (World Wide Web Consortium) が策定した WCAG (Web Contents Accessibility Guideline 2.0) がある[8]. 国内では, 日本工業標準調査会が WEB アクセシビリティ JIS を策定している[9]. WEB アクセシビリティ JIS の制定により, 公共性の高い WEB サイトのアクセシビリティとユーザビリ

¹ 首都大学東京

² フリースケール・セミコンダクタ・ジャパン
受付: 2007 年 10 月 31 日, 再受付 (2 回)
受理: 2009 年 1 月 23 日

ティの向上が期待できる。また、民間の企業においても自社のWEBサイトの構造を見直すといった機運が高まっている。しかしながら、WEBアクセシビリティJISの問題点として、背景色と前景色(文字色)のコントラストが挙げられる。WEBアクセシビリティJISのコントラストに関する項目では、次に示すようにコントラストの準拠基準が明確ではない。

- ・ 画像などの背景色と前景色には、十分なコントラストをとり、識別しやすい配色にすることが望ましい。(5.5c)
- ・ フォントの色には、背景色などを考慮し見やすい色に指定することが望ましい。(5.6c)

このように、具体的にどのような配色にすればよいかは明らかになっておらず、先行研究において、生体特性を考慮した視覚特性データが得られていないことが原因であると考えられる。

ところで、人の網膜の光受容細胞には、長波長感受性錐体(L-錐体)、中波長感受性錐体(M-錐体)、短波長感受性錐体(S-錐体)がある。それらの錐体をもつ色素に欠損か異常がある場合、色覚に偏位が発生し、色覚異常と呼ばれる。色覚異常には、見え方の個人差があり、先天色覚異常は表1のように分類され[10]、色覚異常者には、特に背景色と前景色の配色に注意が必要である。この問題に関して、これまで多くの先行研究が行われている。河本ら[11,12]は、色覚異常者のカテゴリカル色知覚に基づく色分類について若年者と比較することで検討している。その結果、2色覚異常者の場合、色分類の傾向は同じ年齢層の若年者とは大きく異なることを明らかにしているが、背景とのコントラストについては言及していない。一方、山口ら[13]は、2型2色覚の被験者に対して、小学校教育で用いる教科書の色刷図版を提示し色の組み合わせについて弁別の難易度を評定させた。その結果、背景と前景の明度差の重要性を指摘している。また、その他の研究[14-16]においても、WEBサイトの可読性のみに着目し嗜好性については考察していない。

上記背景のもとで、本研究では色覚異常者のWEBアクセシビリティと健常者の嗜好満足度を確保したWEBページを構築することを目指し、2種類の実験を実施した。まず、色覚異常者にとってのWEBアクセシビリティの要因を割り出す実験(実験I)を実施し、得られた結果より色覚異常者にとってWEBアクセシビリティが確保された条件下で、健常者の嗜好満足度を評価する実験(実験II)も実施した。いずれの実験においても、被験者の評価は主観的な判断であるが、嗜好性を評価する実験においては、官能検査法の一つである対比較法に従った実験パラダイムを用いることにより、被験者の主観的な判断を確率基準で客観的な評

価により検討している。

2 実験用WEBサイトの作成

本研究では、実験に用いる評価資料として実験用のWEBを作成した。実験用WEBの作成には、ウェブコンテンツJIS(JIS X8341-3) [17]を参考に次の項目を設定した。

(1) 配色

WEBサイトの閲覧者のコンピュータ環境による色の差異を考慮し、WEBセーフカラーを用いてHTML言語により色の指定を行う。

(2) 構成・コンテンツ

WEBの構成やコンテンツが実験結果に影響を及ぼすことを防ぐため、シンプルな構成とする。エリアの分割は、ヘッダー、メインコンテンツ、フッターの3エリアとし、コンテンツは大学における研究室の紹介ページを想定し、研究テーマ、所在地、スタッフ紹介とする。また、今回の実験ではリンク先への移動は行わない。

(3) 解像度

WEBの解像度は、現在XGA(1024×768 pixel)が主流であるが、一般的に使用されているブラウザに装備されている履歴機能等を表示させて閲覧する場合を想定し、SVGA(800×600 pixel)とする。

表1 色覚異常の種類と症状

錐体細胞			名称	症状
L	M	S		
○	○	×	1型 2色覚	緑～赤の色の判断に問題が生じることがある
○	×	○	2型 2色覚	
×	○	○	3型 3色覚	症状はほとんどない
×	×	○	1色覚	色は識別できないが視力は良好
×	○	×		
○	×	×		色が識別できず視力も悪い
×	×	×		

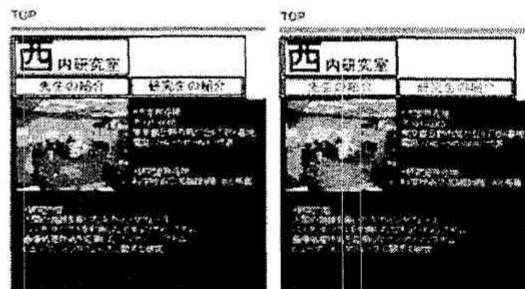


図1 3型2色覚の変換の一例

*: お問い合わせがあれば、カラー原図を提供できます。

(4) 文字サイズ

文字サイズは、WEB アクセシビリティを考慮し絶対的な単位ではなく、相対的な単位で指定する。本実験では、WCAG により奨励されている単位 (em) を用い、1 em とする。

(5) 色覚異常者の見え方への変換

色覚異常者の見え方への変換は、実験 I でのみ行い富士通が開発した Fujitsu Color Doctor を用いた。このソフトウェアは、ディスプレイ上に表示できるものは WEB に限らず全てのものを変換することができる。作成した実験用 WEB も 1 型 2 色覚、2 型 2 色覚、3 型 2 色覚ユーザーの見え方にそれぞれ変換した。なお、色覚異常の症状と同様 1 型、2 型の色変換結果が同様であったため、これらの実験結果についてはまとめて考察する。図 1 に、一例を示す。図 1 では、変換前の配色が青色 (マンセル表色系での表現で 5PB に相当) のヘッダー部の文字とメインコンテンツ部の背景が変換後では緑色 (マンセル表色系での表現で 5BG に相当) に認識できる。

3. 実験 I

3.1 実験内容と方法

実験 I では、WEB サイトの可読性についての評価を行い、背景と文字の明度、色相が可読性の評価に与える影響について明らかにするため、健常被験者に色覚障害者の見え方に変換した WEB サイトを評価させる。被験者は座位にて、適正な VDT 作業ガイドラインを参考に設定した 70 cm 前方の 17 インチ画像表示装置 (EIZO, Flex Scan M1700) に提示される実験用 WEB サイト内の文章 (文字サイズ 0.57°) を黙読し可読性に関するアンケートに回答する。使用するアンケートは、表 2 に示すような 6 段階の評価とし、被験者は当てはまる 1 つを選択する。作成した実験用 WEB サイトは、背景色と文字色の組み合わせに着目し、表 3 に示すようにそれぞれの明度、色相を実験因子とした多元配置法に従う。また、文字色に関しては単色とし彩度を最大値に設定している。そのため、背景の彩度に関しては文字色と背景色の関係から背景色の彩度が大きくなると文字の認識が難しくなることが知られているため [18]、全ての条件で中間値となる 50 に統一している。表中の各水準の値ならびに彩度値は、HSV 表色系 [18] による表現であり、それぞれ理論値により設定を行ったが、色彩計測器 (Konica Minolta Sensing, CS-200) による実測結果から差異はほとんど無いことを確認している。

実験用 WEB は、表 3 に示した実験因子の組み合わせにより 32 種類作成する。実験用 WEB の被験者への提示順序は各被験者内でランダムとし、残像効果の影響を取り除いた

表 2 アンケート項目とスコア (実験 I)

質問項目	スコア
非常に読みやすい	6 点
読みやすい	5 点
苦勞せずに読める	4 点
多少読みにくいを読める	3 点
やっと読める	2 点
読めない	1 点

表 3 多元配置実験における因子と水準

因子		水準			
		1	2	3	4
背景	明度	40	80	—	—
	色相	135	315	—	—
文字	明度	40	80	—	—
	色相	0	90	180	270

表 4 1 型 2 色覚、2 型 2 色覚を仮想した実験での分散分析表

要因	f	不偏分散	分散比
背景明度 A	1	1.80	1.687
背景色相 B	1	2.60	2.436
文字明度 C	1	0.76	0.709
文字色相 D	3	1.10	1.031
個人差 E	4	6.23	5.842 **
A×B	1	1.80	1.687
A×C	1	104.01	97.466 **
A×D	3	2.92	2.739
B×C	1	0.51	0.474
B×D	3	2.30	2.155
C×D	3	1.00	0.937
残差 e	137	1.07	—
計 T	159	—	—

f : 自由度, **: $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

表 5 3 型 2 色覚を仮想した実験での分散分析表

要因	f	不偏分散	分散比
背景明度 A	1	1.81	1.849
背景色相 B	1	0.06	0.058
文字明度 C	1	1.06	1.081
文字色相 D	3	0.97	0.996
個人差 E	4	5.30	5.429 **
A×B	1	0.51	0.518
A×C	1	138.76	142.055 **
A×D	3	1.64	1.679
B×C	1	1.31	1.337
B×D	3	1.86	1.900
C×D	3	2.69	2.754
残差 e	137	0.98	—
計 T	159	—	—

f : 自由度, **: $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

め各実験用 WEB の提示間に 5 秒間のグレースケール画面を表示する。

被験者には、21~24 歳で過去の検査等で色覚異常の指摘を受けたことがなく、裸眼もしくは矯正視力で実験用 WEB の文字が充分認識できる条件を満たす大学生男女 5 名を採用した。

3.2 実験結果と考察

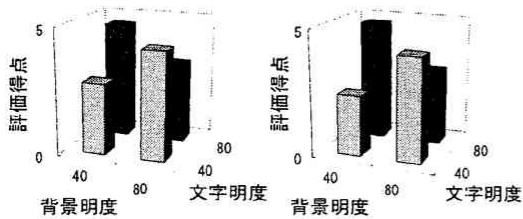
表 4 には、実験により得られたアンケート結果を特性値とし、1 型 2 色覚、2 型 2 色覚を仮想した実験での分散分析表を、表 5 には 3 型 2 色覚を仮想した実験での分散分析表をそれぞれ示す。表 4 より、個人差、背景明度と文字明度の交互作用に危険率 1% で有意差が認められ、背景明度と文字色相の交互作用にも危険率 5% で有意差が認められた。また、表 5 に示すように 3 型 2 色覚を仮想した実験での分散分析結果でも個人差、背景明度と文字明度の交互作用に危険率 1% で有意差が認められ、文字明度と文字色相の交互作用に危険率 5% で有意差が認められた。このことより、WEB の可読性には背景と文字の明度差が最も重要であることが統計的な解析によりわかる。そこで、背景と文

字の明度差の組み合わせの中で最も可読性が高い組み合わせを明らかにするために 4 種類の組み合わせにおける評価得点の比較を図 2 に示す。図より、背景と文字の明度差が大きくなると可読性が向上することがわかる。また、最も評価得点が高い組み合わせは、背景明度 40、文字明度 80 の条件であることもわかる。

4. 実験 II

4.1 実験内容と方法

実験 II では、健常者を対象に WEB サイトの嗜好性についての評価を行い、嗜好度の高い背景色と文字色の組み合わせを明らかにする。被験者は座位にて、70 cm 前方に 2 台



(a) 1 型, 2 型 2 色覚 (b) 3 型 2 色覚

図 2 文字明度と背景明度の組合せ

表 6 アンケート項目とスコア (実験 II)

質問項目	スコア
A が B より非常に良い	2 点
A が B よりいくぶん良い	1 点
A と B はまったく差がない	0 点
A が B よりいくぶん悪い	-1 点
A が B より非常に悪い	-2 点

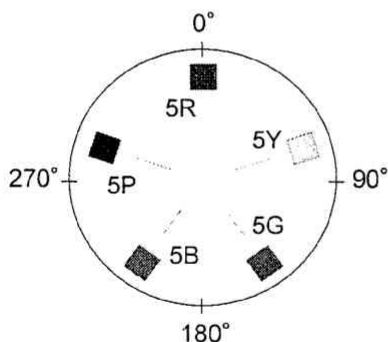


図 3 マンセル色相環を用いた配色計画

表 7 実験用 Web の配色表 (実験 II)

(a) パターン a

背景色相	文字色相	色の関係	Web
0	45	同一色	Web01 a
0	135	中差色	Web02 a
0	180	補色	Web03 a
0	270	類似色	Web04 a
90	0	類似色	Web05 a
90	135	同一色	Web06 a
90	225	中差色	Web07 a
90	270	補色	Web08 a
180	0	補色	Web09 a
180	90	類似色	Web10 a
180	225	同一色	Web11 a
180	315	中差色	Web12 a
270	45	中差色	Web13 a
270	90	補色	Web14 a
270	180	類似色	Web15 a
270	315	同一色	Web16 a

(b) パターン b

背景色相	文字色相	色の関係	Web
45	90	同一色	Web01 b
45	180	中差色	Web02 b
45	225	補色	Web03 b
45	315	類似色	Web04 b
135	45	類似色	Web05 b
135	180	同一色	Web06 b
135	270	中差色	Web07 b
135	315	補色	Web08 b
225	45	補色	Web09 b
225	135	類似色	Web10 b
225	270	同一色	Web11 b
225	360	中差色	Web12 b
315	90	中差色	Web13 b
315	135	補色	Web14 b
315	225	類似色	Web15 b
315	360	同一色	Web16 b

並べられた 17 インチ画像表示装置 (EIZO, Flex Scan M1700) に提示される実験用 WEB サイトを比較し表 6 に示すアンケートに回答する。実験は対比較法の芳賀の変法[19]に従い、使用するアンケートは 5 段階の項目から構成されており、被験者は最も良く当てはまる一つを選択する。被験者は、事前にアンケートへの回答方法に関する教示を受けており、嗜好度に関するアンケートであること、好みについて当てはまる項目を選択することを理解している。使用する実験用 WEB サイトの背景色と文字色の関係については、実験 I で最も可読性が高いと評価された背景明度 40、文字明度 80 の組み合わせを採用することで色覚異常者のアクセシビリティに関しては充分満足しているものとし、実験 II では色覚異常を仮定したフィルタ (Fujitsu Color Doctor) は介さずに実施する。嗜好度を評価するための実験条件としては、背景色と文字色の色相の組み合わせにより考察を行う。配色計画は、シュプルーの調和論[20]に基づいて実施し、補色 (色相環での距離が 180° の組み合わせ)、中差色 (色相環での距離 135° 以上 180° 未満の組み合わせ)、類似色 (色相環での距離が 90° 以上 135° 未満の組み合わせ)、同一色 (色相環での距離が 45° 以上 90° 未満の組み合わせ) の 4 通りの組み合わせとした。具体的な手法としては、図 3 に示すように、マンセル色相環[21]の赤色 (5R) 方向を 0° とし時計回りに 360° までの角度を当てはめた場合、0° から 45° 間隔の角度に θ_1 から θ_8 までをそれぞれ割り振り、表 7 に示すように 16 通りの組み合わせを二種類 (パターン a, b) 作成した。色相の組み合わせは 32 通りあるが、二種類のパターンを作成した理由としては、一対比較の実験計画上、32 通りの組み合わせとして一括では取り扱いが困難であること、1 連続実験時間の延長による視覚疲労等の被験者への負担を考慮したことが挙げられる。また、被験者は 21~24 歳で過去の検査等で色覚異常の指摘を受けたことがなく、裸眼もしくは矯正視力で実験用 WEB の文字が充分認識できる条件を満たす大学生男女 12 名を採用した。なお、実験 II における被験者は、実験 I での被験者と異なることを記しておく。

4.2 実験結果と考察

表 8 には、実験により得られたアンケート結果を特性値とし、組み合わせパターン a における分散分析表を、表 9 には組み合わせパターン b における分散分析表をそれぞれ示す。表 8 より、主効果に危険率 1% で有意差が認められる。また、組み合わせ効果にも危険率 1% で有意差が認められる。表 9 より、組み合わせパターン b においても、主効果に危険率 1% で有意差が認められ、組み合わせ効果にも危険率 1% で有意差が認められる。

分散分析の結果は、両パターンにおいて 16 種類ずつ用いた実験用 WEB に嗜好度の順位付けが可能であることを意味する。よって、ヤードスティック [19] を用いた信頼区間の推定をすることで実験用 WEB の順位付けを行う。その結果、組み合わせパターン a においては 16 種類の実験用 WEB の嗜好度が 7 段階の順位に分かれた。一方、組み合わせパターン b においては、嗜好度が 6 段階の順位となった。図 4, 5 には、各嗜好度の順位に各色相環の距離による背景と文字の組み合わせが分布する頻度を示す。横軸に嗜好度の順位を、縦軸に頻度をそれぞれ示す。図 4 は、組み合わせ

表 8 パターン a における分散分析表

要因	f	不偏分散	分散比
主効果 S	15	29.30	57.771 **
S×個人	165	0.59	1.170
組合せ効果	105	10.63	20.958 **
誤差	1155	0.51	—
計 T	1440	—	—

f : 自由度, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

表 9 パターン b における分散分析表

要因	f	不偏分散	分散比
主効果 S	15	24.04	49.615 **
S×個人	165	0.52	1.076
組合せ効果	105	8.04	16.599 **
誤差	1155	0.48	—
計 T	1440	—	—

f : 自由度, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$

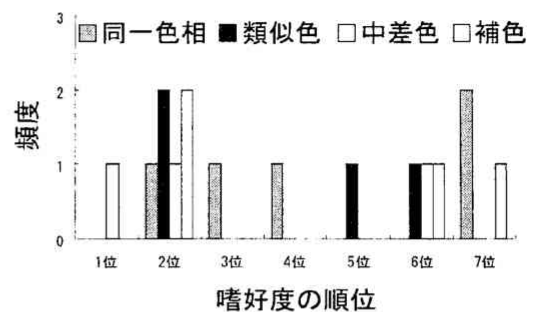


図 4 パターン a における配色と嗜好性の関係

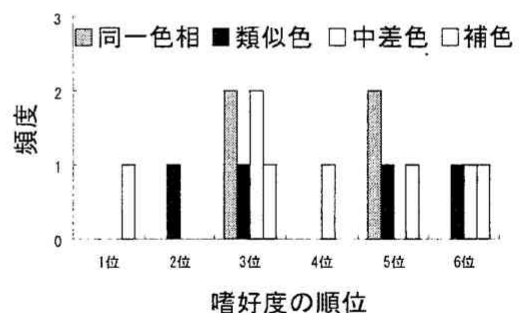


図 5 パターン b における配色と嗜好性の関係

パターンaの結果を、図5は組み合わせパターンbの結果を示す。両図より、嗜好度と色相環の距離による背景と文字の組み合わせの間に顕著な傾向を見出すことはできず、両者の間に相関はないと考えられる。しかしながら、背景色について最も順位が高かったものは、パターンa, bの両方で寒色系の色彩であった。具体的には、Web13a(文字色:黄色, 背景色:青紫色), Web9b(文字色:黄色, 背景色:青色)であった。寒色系の色彩は収縮・後退性を持ったため、背景色に優れているのではないかと考えられる。また、文字色に関しては、背景色に関わらず黄色, 黄緑色を用いた場合に嗜好度が高く、青色, 紫色を用いた場合に嗜好度が低くなる。パターンaにおける最下位のWeb07a(文字色:青色, 背景色:黄色), Web08a(文字色:青紫色, 背景色:黄色), Web11a(文字色:青緑色, 背景色:黄色), パターンbにおける最下位のWeb07b(文字色:青紫色, 背景色:青緑色), Web08b(文字色:紫色, 背景色:青緑色) Web15b(文字色:青紫色, 背景色:紫色)はいずれも寒色系であった。このことは、明度, 彩度が同様であっても黄色, 黄緑色は体感明度が高く、逆に青色, 紫色は低いことから、嗜好度に関しては体感明度が重要な要因であることが推察される。

5. 結言

色覚異常者のWEBアクセシビリティと健常者の嗜好満足度を確保したWEBページを構築することを目指し、2種類の実験を実施した。得られた成果は、次のようにまとめられる。

- 1) WEBにおける背景色と文字色の明度と色相を実験条件として可読性を評価した結果、背景色と文字色の明度差が最も可読性に影響を与えることを明らかにした。また、明度は背景色が低く、文字色が高い場合に可読性は向上する。
- 2) 背景色と文字色の色相の組み合わせにより、WEBの嗜好性を考察した結果、体感明度が高い色相を文字色に、低い色相を背景色に設定した場合に嗜好性が向上することが示唆された。

参考文献

- [1] 総務省:ネットワークと国民生活に関する調査, <http://www.stat.go.jp/data/index.htm>
- [2] 川上満幸:“高年齢対応型の生産方式の設計”, 経営システム, 12巻1号, pp.14-18 (2002)

- [3] 渡辺昌洋, 岡野紋, 浅野陽子:“ユニバーサルデザインガイドライン”, NIT 技術ジャーナル, Vol. 17, No. 8, pp. 38-41 (2005)
- [4] 日本規格協会:高齢者・障害者等配慮設計指針—情報通信における機器, ソフトウェアおよびサービス—第3部:ウェブコンテンツ JIS X8341-3 (2004)
- [5] 浅野陽子:“Webにおけるユニバーサルデザイン”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 60, No. 7, pp. 998-1001 (2006)
- [6] 渡辺隆行:“Web コンテンツ・アクセシビリティガイドライン WCAG2.0 の概要と Web アクセシビリティ向上”, 情報管理, Vol. 49, No. 12, pp. 680-688 (2007)
- [7] 河宣史:“Web ユーザビリティへの取り組み”, 情報処理学会誌, Vol. 44, No. 2, pp. 163-168 (2003)
- [8] World Wide Web Consortium:Web Contents Accessibility Guideline 2.0, <http://www.w3.org/TR/2006/WD-WCAG20-20060427/> (2006)
- [9] 日本工業標準調査会:WEB アクセシビリティ JIS, <http://www.jisc.go.jp/>
- [10] 大山正, 今井省吾, 和気典二編:新編感覚・知覚ハンドブック, 誠信書房, pp.425-433 (1994)
- [11] 河本健一郎, 和気典二:“若年者と高齢者のカテゴリー色知覚に関する検討”, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No. 3, pp.393-399 (2007)
- [12] 河本健一郎, 和気典二, 安間哲史:“若年者・高齢者・色覚異常者の基本色名に基づいた色分類”, 日本人間工学会誌, 43巻特別号, pp.392-393 (2007)
- [13] 山口照枝, 富家直:“第二色盲者による現行教科書の色図版に対する評価”, 日本色彩学会誌, Vol.9, No. 2, pp.76-79 (1985)
- [14] 張彦芳, 佐藤優:“色覚異常者のためのWebサイトの配色について”, 芸術工学会誌, Vol.40, pp.29-36 (2006)
- [15] 斉藤大輔, 斉藤恵一, 納富一宏, 斉藤正男:“高年齢者と若年者のWebセーフカラーの視認性評価”, 生体医工学, 42巻特別号, p.5 (2004)
- [16] 黒田勤:“Webページ配色の各世代の閲覧者による評価”, ヒューマン・インタフェース2006発表論文集, pp.1231-1236 (2006)
- [17] JIS X8341-3:高齢者・障害者等配慮設計指針—情報通信における機器, ソフトウェア及びサービス—第3部:ウェブコンテンツ (2005)

- [18] 日本色彩学会編：「新編色彩科学ハンドブック」，
東京大学出版会，pp. 89-129 (1998)
- [19] 日科技連官能検査委員会編：「新編官能検査ハ
ンドブック」，日科技連出版社，pp. 374-385 (1973)
- [20] Chevreul M. E. : The Principles of Harmony and
Contrast of Colors and Their Applications to the
Art, with a Special Introduction and Explanatory
Notes by Birren, F. Reinhold (1969)
- [21] Newhall S. M., Nickerson D. and Judd D. B. :
“Final Report of the O. S. A. Subcommittee the
Spacing of the Munsell Colors” , *J. Opt. Soc.
Am* , Vol. 33, pp. 385-418 (1943)